



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

Offenlegungsschrift

DE 199 30 154 A 1

⑯ Int. Cl.⁷:
G 01 N 21/86

DE 199 30 154 A 1

⑯ Aktenzeichen: 199 30 154.9
⑯ Anmeldetag: 30. 6. 1999
⑯ Offenlegungstag: 4. 1. 2001

⑯ Anmelder:

Voith Paper Patent GmbH, 89522 Heidenheim, DE

⑯ Vertreter:

Manitz, Finsterwald & Partner GbR, 80538 München

⑯ Erfinder:

Münch, Rudolf, 89551 Königsbronn, DE; Ischdonat, Thomas, 52070 Aachen, DE

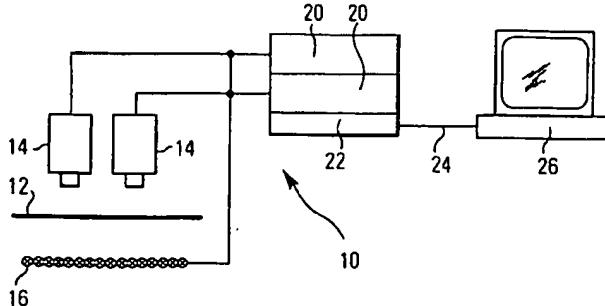
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 41 02 122 C2
DE 36 39 639 C2
DE 196 43 406 A1
DE 196 24 905 A1
DE 41 31 835 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Bestimmung der Formation und/oder des Formationsindexes an einer laufenden Materialbahn

⑯ Es wird ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Bestimmung der Formation und/oder des Formationsindexes an einer laufenden Materialbahn (12), insbesondere einer Papier- oder Kartonbahn beschrieben. Dabei wird die laufende Materialbahn (12) mittels wenigstens eines LED-Arrays (16) beleuchtet. Für eine jeweilige Bildaufnahme eines vom Licht des LED-Arrays (16) beaufschlagten Bahnbereichs wird wenigstens eine Kamera (14) verwendet, die mit einem Computer (20) verbunden ist.



DE 199 30 154 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung der Formation und/oder des Formationsindexes an einer laufenden Materialbahn, insbesondere einer Papier- oder Kartonbahn. Sie betrifft ferner eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 19.

Die Formation des Papiers ist ein wichtiger Qualitätsindex bei der Papierherstellung. Sie beschreibt die Gleichmäßigkeit der Faser- und Füllstoffverteilung. Eine gleichmäßige Verteilung der Inhaltsstoffe ist wesentlich für die physikalischen Eigenschaften wie beispielsweise die mechanische Festigkeit, Bedruckbarkeit oder Streichbarkeit des Papiers.

Vielfach wird die Formation des Papiers visuell durch den Papiermacher geprüft. Er betrachtet eine Probe in Durchsicht gegen eine diffuse Strahlungsquelle und entscheidet subjektiv über die Qualität der Formation. Dieses Verfahren setzt eine große Menge an Erfahrung voraus und bringt den Nachteil mit sich, daß die Ergebnisse stark von der Person abhängen, die die Bestimmung durchführt.

Um diesen Nachteil auszugleichen, werden zunehmend optische Prüfverfahren eingesetzt. Grundsätzlich arbeiten diese Verfahren nach dem Prinzip, wonach dichtere bzw. schwere Bereiche im Papier weniger transparent für Licht sind als die weniger dichten bzw. leichten Bereiche. Üblicherweise wird für die Bildgewinnung ein Trommelscanner eingesetzt, der eine Papierprobe punktweise abtastet. Jüngere in der Fachliteratur beschriebene Verfahren setzen eine Matrix-CCD-Kamera ein. Der Einsatz einer solchen CCD-Kamera wird beispielsweise in der US-A-5 113 454 beschrieben. Ein Videobild der zu untersuchenden Papierprobe wird hier in Durchlicht aufgenommen, und die Graustufenverteilung wird mit der Formation korreliert. Dieses Verfahren besitzt den Nachteil, daß es nur im Labor anzuwenden ist. Eine effektive, schnelle Regelung z. B. des Stoffaufflugs oder der Formationskästen ist hier nicht möglich.

Bei einem in der US-A-5 393 378 beschriebenen Verfahren werden CCD-Kameras auch online eingesetzt. Die zu untersuchende Fläche ist sehr klein ($10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$). Dies erschwert eine repräsentative Untersuchung der gesamten Warenbahn. Treten innerhalb der kleinen Meßfläche Fehler wie insbesondere Löcher oder Flecken auf, werden sie vom System fehlinterpretiert, so daß sie das Ergebnis verfälschen. Ferner zeigt sich, daß diese Systeme für die heute sehr schnell laufenden Prozesse unzureichend sind. Bei Produktionsgeschwindigkeiten von über 30 ms^{-1} werden Belichtungszeiten im μs -Bereich benötigt, um ein ausreichend scharfes Momentbild der Materialbahn zu erhalten. Darüber hinaus ist es sinnvoll, bei den heute üblichen vielfältigen Profil-Einstellmöglichkeiten ein Formationsprofil über die gesamte Warenbahnbreite zu ermitteln.

Ähnliche Nachteile ergeben sich auch bei den in der US-A-4 707 223 und der US-A-4 931 659 beschriebenen Formationsmeßverfahren.

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, bei denen die zuvor genannten Nachteile beseitigt sind.

Hinsichtlich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die laufende Materialbahn mittels wenigstens eines LED-Arrays beleuchtet wird und daß für eine jeweilige Bildaufnahme eines vom Licht des LED-Arrays beaufschlagten Bahnbereichs wenigstens eine Kamera verwendet wird, die mit einem Computer verbunden ist. Die Verbindung mit dem Computer kann z. B. über eine Framegrabberkarte erfolgen. Alternativ ist beispielsweise ein digitaler Fire Wire o. ä. denkbar.

Aufgrund dieser Ausbildung können Oberflächendefekte vom System erkannt und gegebenenfalls getrennt dokumentiert werden. Eine Verfälschung des Ergebnisses durch solche Oberflächendefekte ist somit ausgeschlossen. So kann beispielsweise ein fehlerfreies Formationsprofil über die Materialbahnbreite ermittelt werden.

Die benötigte Auflösung bestimmt die Anzahl der Kameras. Werden z. B. mehrere Matrixkameras verwendet, so sind diese vorteilhafterweise jeweils über eine Framegrabberkarte (Bildfangschaltung) und/oder einen Auswertecomputer mit einem gemeinsamen Server oder mit einem gleichzeitig als Auswertecomputer und Server dienenden Computer verbunden. Die Framegrabberkarten können jeweils einem Auswertecomputer zugeordnet sein. Grundsätzlich ist es auch möglich, die Matrixkameras lediglich über z. B. eine bestimmte Anzahl von Framegrabberkarten mit dem gemeinsamen Server zu verbinden. Alternativ ist beispielsweise auch ein jeweiliger digitaler Fire Wire o. ä. denkbar.

Bei einer zweckmäßigen praktischen Ausführungsform wird als Matrixkamera jeweils eine CCD(charge coupled device)-Matrixkamera, vorzugsweise eine S/W(Schwarz/Weiß)-CCD-Matrixkamera verwendet. Dabei ist grundsätzlich die Verwendung herkömmlicher S/W-CCD-Matrixkameras möglich.

25 Insbesondere in dem Fall, daß ein sich über die Bahnbreite ergebendes Formationsquerprofil ermittelt werden soll, können mehrere über die Bahnbreite verteilte Matrixkameras verwendet werden. In bestimmten Fällen kann es von Vorteil sein, wenn aus den erhaltenen Meßwerten mittels eines QCS(quality control system)-Systems Regelparameter für den Produktionsprozeß bestimmt werden.

Die benötigte Auflösung bestimmt die Anzahl der Kameras. Vorzugsweise sollte für die einzelnen aufgenommenen Bildpunkte eine Fläche von jeweils etwa 1 mm^2 nicht überschritten werden. So kann beispielsweise mit einer handelsüblichen CCD-Matrixkamera (z. B. 725×582 Bildpunkte) ein DIN A3 großer Bereich betrachtet werden. Es sind aber auch andere handelsübliche Formate wie z. B. 1024×1024 denkbar.

40 In bestimmten Anmeldungsfällen ist es zweckmäßig, wenn die Materialbahn zumindest teilweise in Transmission beleuchtet wird. Eine jeweilige Kamera wird somit von durch die Materialbahn hindurch gegangenem Licht beaufschlagt.

45 Grundsätzlich ist es jedoch auch möglich, daß die Materialbahn zumindest teilweise in Reflexion beleuchtet wird. In diesem Fall wird durch eine jeweilige Kamera von der Materialbahn reflektiertes Licht erfaßt. Eine Beleuchtung in Reflexion bringt für bestimmte Produkte wie beispielsweise Kartons Vorteile mit sich.

50 Eine solche Beleuchtung der Materialbahn in Reflexion ist insbesondere auch zur Bestimmung des Formationsindexes im Naßbereich von Vorteil. In bestimmten Fällen kann es zweckmäßig sein, wenn die Messung direkt hinter der Wasserlinie auf dem Sieb durchgeführt wird.

Die Belichtungszeit muß bei hohen Produktionsgeschwindigkeiten im μs -Bereich liegen. Insbesondere in diesem Fall weist sich die Verwendung von LED-Arrays als Vorteil. Solche LED-Arrays sind im Handel frei erhältlich.

60 LEDs besitzen insbesondere auch den Vorteil einer hohen Impuls- oder Blitzrate sowie bei einer entsprechend großen Anzahl einer sehr hohen Leuchtdichte. Durch die Vielzahl der eingesetzten LEDs erhält man eine gleichmäßige Ausleuchtung des betreffenden Meßfeldes. Zusätzliche Vorrichtungen für eine diffuse Ausleuchtung werden nicht benötigt. So ist es beispielsweise möglich, Papiere mit einem Flächengewicht von 250 gm^{-2} und mehr in Transmission zu untersuchen. Durch die hohe Beleuchtungsintensität können

die Kameras auch bei optisch dichteren Materialien mit einer kleinen Blende betrieben werden. Durch die gewonnene Tiefenschärfe wird das System unempfindlich gegen Bahnhattern. Der Abstand der Bahn von der Kamera ist in weiten Bereichen unabhängig von der Bildqualität.

Bei einer zweckmäßigen praktischen Ausführungsform wird die Bildaufnahme vorzugsweise über den Server, oder über irgendeine Schnittstelle, Hardware-Komponente o. ä., mit dem Blitzintervall der LED-Arrays synchronisiert.

Die Beleuchtungsintensität kann an das jeweilige Produkt angepaßt werden, so daß die Kameras stets in ihrem optimalen Dynamikbereich arbeiten.

Vorteilhafterweise wird als LED-Array ein Infrarot-LED-Array verwendet. Sind beispielsweise parallel installierte Farb-Meßsysteme vorgesehen, so werden diese in ihrer Abstrahlung durch die verwendeten Infrarot-LEDs nicht beeinflußt. Alternativ sind können jedoch auch andere LEDs verwendet werden. Es ist insbesondere auch eine alternative Beleuchtungsfolge möglich.

Zweckmäßigerweise wird wenigstens eine mit einem Filter ausgestattete Matrixkamera verwendet. Werden die Kameras mit einem Filter ausgestattet, das nur die entsprechende Wellenlänge passieren läßt, ist das System unempfindlich gegenüber anderen Beleuchtungsquellen. Damit ergeben sich Vorteile gegenüber den bisher an der Produktionsmaschine installierten Leuchtstofflampen, die nicht im IR-Bereich abstrahlen.

Jede Kamera kann z. B. über eine handelsübliche Framegrabberkarte oder Bildfangschaltung oder z. B. einen digitalen Fire Wire o. ä. mit einem Computer verbunden sein. Bei mehreren Kameras werden diese jeweils mit einem separaten Computer oder zumindest mit einer separaten Framegrabberkarte, verbunden. Die einzelnen Computer können dann wieder über ein Netzwerk mit einem gemeinsamen Server verbunden sein, der insbesondere für die Datenspeicherung und Weitergabe an externe Systeme sowie für die Steuerung und Synchronisierung der einzelnen Kameras und der Beleuchtungseinrichtung verantwortlich ist.

Bei einer bevorzugten praktischen Ausführungsform wird das von einer jeweiligen Matrixkamera aufgenommene Bild in dem an die Kamera angeschlossenen Auswertecomputer vorverarbeitet.

Der erste Schritt der Daten- bzw. Bildvorverarbeitung kann eine Graustufen- und Gammakorrektur sein. Die Bilder können auf dem Hintergrund korrigiert und normalisiert werden. Gegebenenfalls können auch zusätzliche Bildkorrekturverfahren angewendet werden. Das resultierende Bild kann einer Merkmalsextraktion unterzogen werden, wobei störende Bildbereiche, wie sie von Oberflächendefekten hervorgerufen werden, maskiert werden. Optional können die erkannten Fehler und Defekte (wie beispielsweise Löcher, Flecken und dergleichen) in einer separaten Datenbank klassifiziert und dokumentiert werden.

Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform wird ein repariertes oder korrigiertes Graustufenbild erzeugt und dieses für eine Formationsanalyse verwendet. Die unterschiedlichen Graustufen spiegeln sehr gut die Dichte- bzw. Gewichtsverteilung der Inhaltsstoffe in der Materialbahn wieder. Es hat sich gezeigt, daß sinnvolle, benachbarte Klassen einen Graustufenunterschied von etwa 1% aufweisen.

Bei einer bevorzugten praktischen Ausführungsform werden zur Bestimmung des Formationsindexes die unterschiedlichen Graustufen numerisch erfaßt. Die Anzahl der Bildpunkte in der häufigsten (Graustufen-) Klasse kann zu den gefundenen Klassen (Graustufen) in Beziehung gesetzt werden. Dabei ist die Formation um so besser, je höher der Wert ist, der sehr gut mit den subjektiven Eindrücken korreliert, die der Papiermacher bei Betrachtung des Papiers er-

hält.

Grundsätzlich ist es auch möglich, das beschriebene System zur Bestimmung der Faserorientierung einzusetzen. In diesem Fall werden vorzugsweise wenigstens zwei Matrixkameras auf einen jeweiligen Bahnbereich ausgerichtet und die beiden Kameras vorzugsweise mit Polfiltern unterschiedlicher Polarisationsebene ausgestattet. Der Unterschied zwischen den beiden Polarisationsebenen kann insbesondere zwischen 30° und 60° liegen, wobei er aber an die jeweilige Situation angepaßt werden kann. Aus den Kontrastunterschieden der beiden gewonnenen Bilder kann auf die Faserorientierung geschlossen werden.

Es ist beispielsweise möglich, die Flockenorientierung aus den Bilddaten zu erfassen, wobei die Flockenorientierung vorzugsweise als Hinweis auf eine vorliegende Faserorientierung dient.

In bestimmten Fällen kann es von Vorteil sein, wenn zur Faserorientierungsmessung eine Kamera mit zwei oder mehreren Polarisationsfiltern verwendet wird, die automatisch gewechselt werden.

Grundsätzlich ist es auch möglich, zur Faserorientierungsmessung eine Kamera mit einem rotierenden Polarisationsfilter zu verwenden.

Insbesondere in den beiden zuvor genannten Fällen kann zusätzlich ein wechselndes wellenlängensensitives Filter verwendet werden.

Von Vorteil ist auch, wenn im Zusammenhang mit der Bildauswertung mit Filter gleichzeitig zur Messung von Flächengewicht, Feuchte, Dicke u. a. auch optisch erfaßbare Eigenschaften genutzt werden.

Gemäß einer weiteren zweckmäßigen Ausführungsform wird wenigstens ein LED-Array mit verschiedenen Farben verwendet und vorzugsweise abwechselnd mit 600 nm, 900 nm und 1400 nm geblitzt.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist entsprechend dadurch gekennzeichnet, daß zur Beleuchtung der laufenden Materialbahn wenigstens ein LED-Array und für eine jeweilige Bildaufnahme eines vom Licht des LED-Arrays beaufschlagten Bahnbereichs wenigstens eine Matrixkamera vorgesehen ist und daß die Matrixkamera über eine Framegrabberkarte mit einem Computer verbunden ist.

Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind, in den Unteransprüchen angegebenen.

Außer den zuvor bereits genannten Vorteilen sei beispielsweise noch auf die folgenden weiteren Vorteile verwiesen:

- sehr schnelle Produktionsprozesse
- komplette CD-Profile
- die Formation nicht betreffende Bildinformation wird markiert
- es können kostengünstige Standardkomponenten eingesetzt werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigen:

Fig. 1 eine beispielhafte Anordnung der Kameras und der Beleuchtungseinrichtung einer Vorrichtung zur Bestimmung der Formation und/oder des Formationsindexes an einer laufenden Materialbahn,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines beispielhaften Grundaufbaus der Vorrichtung,

Fig. 3 eine perspektivische schematische Darstellung eines beispielhaften Grundaufbaus eines in der Beleuchtungseinrichtung der Vorrichtung verwendeten LED-Arrays,

Fig. 4 einen beispielhaften Ausschnitt eines von einer Kamera aufgenommenen Bildes,

Fig. 5 eine beispielhafte Graustufenverteilung des Bildes und

Fig. 6 ein beispielhaftes schematisches Ablaufdiagramm einer mittels der Vorrichtung durchgeföhrten Formationsindex-Bestimmung.

Die in den **Fig. 1** und **2** gezeigte Vorrichtung **10** dient der Bestimmung der Formation und/oder des Formationsindex an einer laufenden Materialbahn **12**, bei der es sich im vorliegenden Fall beispielsweise um eine Papierbahn handelt.

Die Vorrichtung **10** umfaßt mehrere über die Breite der Papierbahn **12** verteilte Matrixkameras **14**, bei denen es sich insbesondere um CCD-(charge coupled device)-Matrixkameras und vorzugsweise um S/W(Schwarz/Weiß)-CCD-Matrixkameras handeln kann.

Zur Beleuchtung der laufenden Materialbahn **12** ist wenigstens ein LED-Array **16** vorgesehen.

Die Anzahl der verwendeten Matrixkameras **14** hängt von der gewünschten Auflösung und von der Breite der Materialbahn **12** ab.

Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel erfolgt eine Beleuchtung der Materialbahn **12** in Transmission, was bedeutet, daß die Matrixkameras **14** auf der einen und das LED-Array **16** auf der anderen Seite der Materialbahn **12** angeordnet sind. Grundsätzlich ist jedoch auch eine Beleuchtung in Reflexion möglich.

Die Gesichtsfelder **18** der Matrixkameras **14** grenzen aneinander, wobei sie sich in den Randbereichen in der dargestellten Weise auch überschneiden können.

Gemäß **Fig. 2**, in der ein beispielhafter Grundaufbau der Vorrichtung **10** gezeigt ist, sind die Matrixkameras **14** jeweils mit einem Auswertecomputer **20** verbunden, und zwar beispielsweise jeweils über eine nicht dargestellte Frame-grabberkarte (Bildfangschaltung). Die verschiedenen Auswertecomputer **20** sind mit einem gemeinsamen Server **22** verbunden. Die Blitzfrequenz des LED-Arrays **16** muß irgendwie mit der Aufnahmefrequenz der Kamera synchronisiert werden. D. h., das LED-Arrays **16** sollte mit dem Kameras **14** verbunden sein, wobei der Umweg über **20**, **22** oder eine Spezialhardware in Betracht kommt. Der Server **20** dient u. a. dazu, die gewonnenen Daten aufzubereiten und zu archivieren. Zudem synchronisiert er die Bildaufnahme und die Beleuchtungsblitze des LED-Arrays **16**.

Der Server **22** ist über eine Netzwerkverbindung **24** mit einer Bedienerstation (Operator Station) **26** verbunden.

Bei den Matrixkameras **14** kann es sich insbesondere um S/W(Schwarz/Weiß)-CCD(charge coupled device)-Matrixkameras handeln.

Fig. 3 zeigt in perspektivischer schematischer Darstellung einen beispielhaften Grundaufbau eines in der Beleuchtungseinrichtung in der Vorrichtung **10** verwendeten LED-Arrays **16**. Danach bestehen die Zeilen aus einzelnen Modulen mit jeweils einer Vielzahl von einzelnen LEDs. Dabei kann ein solches LED-Array **16** insbesondere aus Infrarot-LEDs bestehen.

Fig. 4 zeigt einen beispielhaften Ausschnitt **28** eines von einer Matrixkamera **14** aufgenommenen Bildes nach einer Bildvorverarbeitung. Eine solche Bildvorverarbeitung kann insbesondere in den mit dem gemeinsamen Server **22** verbundenen einzelnen Auswertecomputern **20** erfolgen.

Der in der **Fig. 4** erkennbare schraffierte Bereich **30** des Bildausschnitts **28** zeigt einen Defekt, der vom System erkannt und für die weitere Bearbeitung maskiert wurde. Die Gitterpunkte oben links zeigen schematisch die einzelnen Bildpunkte **32**, die zur Auswertung herangezogen werden. Diese Bildpunkte **32** können gegebenenfalls auch aus mehreren Pixeln des betreffenden Detektors gebildet werden.

Fig. 5 zeigt eine beispielhafte Graustufenverteilung des

Bildes. Dabei ist die Anzahl der Bildpunkte in einer jeweiligen Klasse über den Klassen aufgetragen. Der Formationsindex **F(i)** ergibt sich aus der folgenden Beziehung:

$$5 \quad F(i) = N(i)fN(a),$$

wobei mit

N(i) die Anzahl der Bildpunkte (Pixel oder "Cluster") in der am häufigsten vorkommenden Klasse und

10 N(a) die Anzahl der gefundenen Klassen angegeben ist.

Diese einfache Beziehung korreliert gut mit den visuellen Eindrücken.

In bestimmten Fällen kann es sinnvoll sein, komplexere **15 Auswerteverfahren** anzuwenden. Dabei sind beispielsweise solche statistische Verfahren wie die Clusteranalyse, gegebenenfalls in Kombination mit neuronalen Netzen oder Fuzzy-Algorithmen denkbar.

Fig. 6 zeigt ein beispielhaftes schematisches Ablaufdiagramm einer mittels der Vorrichtung **10** durchgeföhrten Formationsindex-Bestimmung.

Danach werden im Block **1** mit der entsprechenden Bildaufnahme zunächst die betreffenden Eingangsdaten aufgenommen.

25 Im Block **2** erfolgt die entsprechende Bildvorverarbeitung, mit der beispielsweise eine Hintergrundkorrektur und eine Gammakorrektur erfolgen kann.

Im Block **3** erfolgt eine Merkmalsextraktion. Dabei wird entschieden, ob Defekte wie z. B. Löcher oder Flecken, vorliegen oder nicht. Liegen Defekte vor, so werden diese im Block **4** maskiert. Mit dem Block **5** ist eine optionale Dokumentation dieser Defekte angedeutet. Von Block **4** geht es weiter zum Block **6**, in dem eine Bildauswertung stattfindet, d. h. beispielsweise der Formationsindex bestimmt wird.

35 Falls im Block **3** kein Defekt festgestellt wird, geht es ohne den Umweg über den Block **4** direkt zu diesem die Bildauswertung betreffenden Block **6**.

Im Anschluß daran wird im Block **7** überprüft, ob die Formation in Ordnung ist oder nicht. Falls ja, gelangt man zu ei-

40 nem die Dokumentation betreffenden Block **9**. Von diesem Block **9** gelangt man dann zu einem die Regelung betreffenden Block **8**. Wird im Block **7** festgestellt, daß die Formation nicht in Ordnung ist, so gelangt man ohne den Umweg über den Block **9** direkt zu dem die Regelung betreffenden Block **8**.

Aus den erhaltenen Meßwerten können beispielsweise mittels eines QCS(quality control system)-Systems Regelparameter für den Produktionsprozeß bestimmt werden.

50

Bezugszeichenliste

10 Vorrichtung

12 Materialbahn

14 Matrixkamera

55 **16** LED-Array

18 Gesichtsfeld

20 Auswertecomputer

22 Server

24 Netzwerkverbindung

60 **26** Bedienerstation

28 Bildausschnitt

30 schraffierter, markierter Bereich

32 Bildpunkte

65

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Formation und/oder des Formationsindexes an einer laufenden Material-

bahn (12), insbesondere einer Papier- oder Kartonbahn, dadurch gekennzeichnet, daß die laufende Materialbahn (12) mittels wenigstens eines LED-Arrays (16) beleuchtet wird und daß für eine jeweilige Bildaufnahme eines vom Licht des LED-Arrays (16) beaufschlagten Bahnbereichs wenigstens eine Kamera (14) verwendet wird, die mit einem Computer (20) verbunden ist. 5

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Matrixkameras (14) verwendet werden, die jeweils über eine Framegrabberkarte und/oder einen Auswertecomputer (20) mit einem gemeinsamen Server (22) oder mit einem gleichzeitig als Auswertecomputer und Server dienenden Computer verbunden sind. 10

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Matrixkamera (14) jeweils eine CCD-Matrixkamera, vorzugsweise eine S/W-CCD-Matrixkamera verwendet wird. 15

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein sich über die Bahnbreite ergebendes Formationsquerprofil ermittelt wird. 20

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere über die Bahnbreite verteilte Matrixkameras (14) verwendet werden. 25

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß aus den erhaltenen Meßwerten mittels eines QCS-Systems Regelparame- 30

ter für den Produktionsprozeß bestimmt werden.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die einzelnen aufgenommenen Bildpunkt (32) eine Fläche von jeweils etwa 1 mm^2 nicht überschritten wird. 35

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialbahn (12) zumindest teilweise in Transmission beleuchtet wird. 40

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialbahn (12) zumindest teilweise in Reflexion beleuchtet wird. 45

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung des Formationsindexes im Naßbereich die Materialbahn (12) in Reflexion beleuchtet wird. 50

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung direkt hinter der Wasserlinie auf dem Sieb durchgeführt wird. 55

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildaufnahme mit dem Blitzintervall des LED-Arrays (16) synchronisiert wird. 60

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als LED-Array (16) ein Infrarot-LED-Array verwendet wird. 65

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Matrixkamera (14) mit einem Filter ausgestattet wird. 66

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das von einer jeweiligen Matrixkamera (14) aufgenommene Bild in dem an die Kamera (14) angeschlossenen Auswertecomputer (20) vorverarbeitet wird. 67

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein korrigiertes Graustufenbild erzeugt und dieses für eine Formations-

analyse verwendet wird. 68

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung des Formationsindexes die unterschiedlichen Graustufen numerisch erfaßt werden. 69

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Faserorientierung jeweils wenigstens zwei Matrixkameras (14) auf einen jeweiligen Bahnbereich ausgerichtet und die beiden Kameras (14) vorzugsweise mit Polfiltern unterschiedlicher Polarisationsebene ausgestattet werden. 70

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Flockenorientierung aus den Bilddaten erfaßt wird, wobei die Flockenorientierung vorzugsweise als Hinweis auf eine vorliegende Faserorientierung dient. 71

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Faserorientierungsmessung eine Kamera mit zwei oder mehreren Polarisationsfiltern verwendet wird, die automatisch gewechselt werden. 72

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Faserorientierungsmessung eine Kamera mit einem rotierenden Polarisationsfilter verwendet wird. 73

22. Verfahren nach Anspruch 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein wechselndes wellenlängensensitives Filter verwendet wird. 74

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Zusammenhang mit der Bildauswertung mit Filter gleichzeitig zur Messung von Flächengewicht, Feuchte, Dicke u. a. auch optisch erfaßbare Eigenschaften genutzt werden. 75

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein LED-Array mit verschiedenen Farben verwendet wird und vorzugsweise abwechselnd mit 600 nm, 900 nm und 1400 nm geblitzt wird. 76

25. Vorrichtung (10) zur Bestimmung der Formation und/oder des Formationsindexes an einer laufenden Materialbahn (12), insbesondere einer Papier- oder Kartonbahn, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Beleuchtung der laufenden Materialbahn (12) wenigstens ein LED-Array (16) und für eine jeweilige Bildaufnahme eines vom Licht des LED-Arrays (16) beaufschlagten Bahnbereichs wenigstens eine Matrixkamera (14) vorgesehen ist und daß die Matrixkamera (14) über eine Framegrabberkarte mit einem Computer (20) verbunden ist. 77

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Matrixkameras (14) vorgesehen sind, die jeweils über eine Framegrabberkarte und/oder einen Auswertecomputer (20) mit einem gemeinsamen Server (22) verbunden sind. 78

27. Vorrichtung nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, daß als Matrixkamera (14) jeweils eine CCD-Matrixkamera, vorzugsweise eine S/W-CCD-Matrixkamera vorgesehen ist. 79

28. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere über die Bahnbreite verteilte Matrixkameras (14) vorgesehen sind. 80

29. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als LED-Array (16) ein Infrarot-LED-Array vorgesehen ist. 81

30. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An-

sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Matrixkamera (14) vorgesehen ist, die mit einem Filter ausgestattet ist.

31. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden An- sprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung der Faserorientierung jeweils wenigstens zwei Matrix- kameras (14) auf einen jeweiligen Bahnbereich ausgerichtet und die beiden Kameras (14) vorzugsweise mit Polfiltern unterschiedlicher Polarisationsebene ausge- stattet sind. 5 10

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

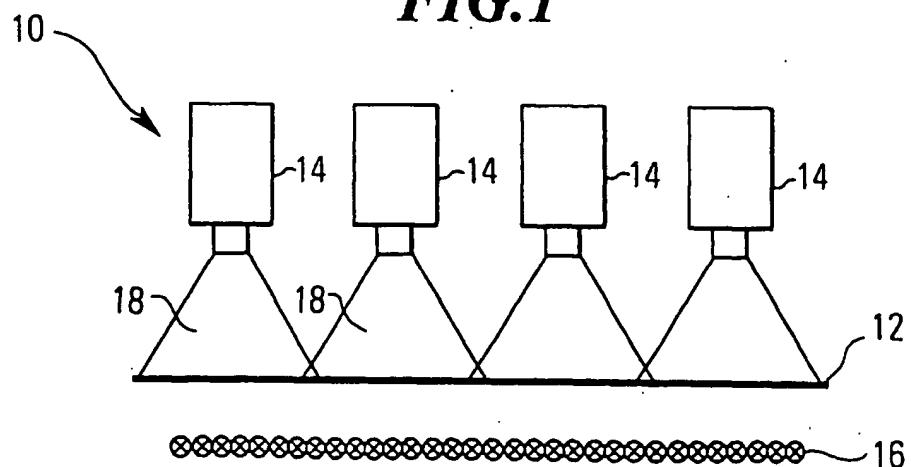
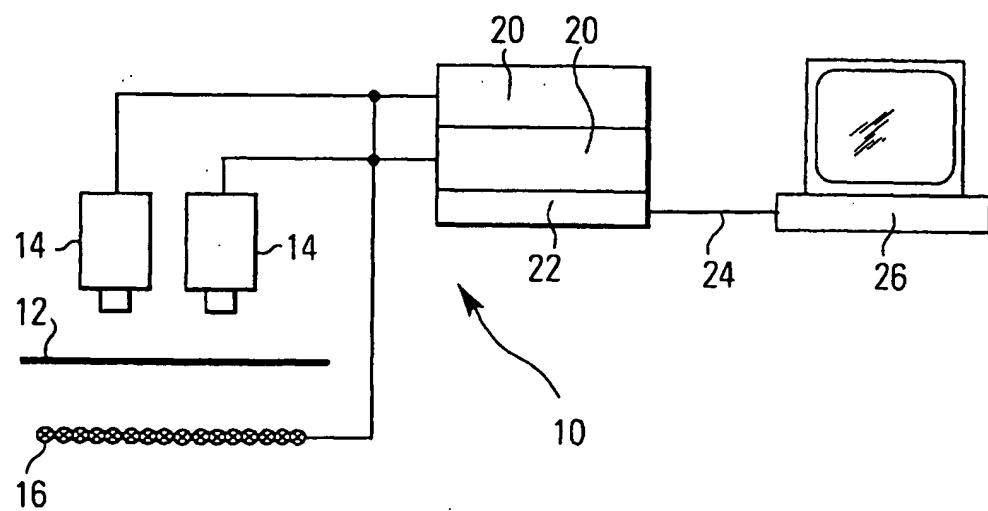
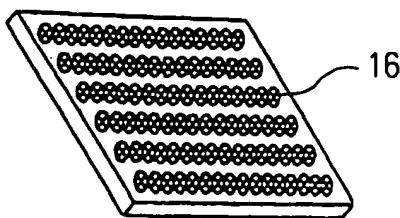
FIG.1**FIG.2****FIG.3**

FIG.4

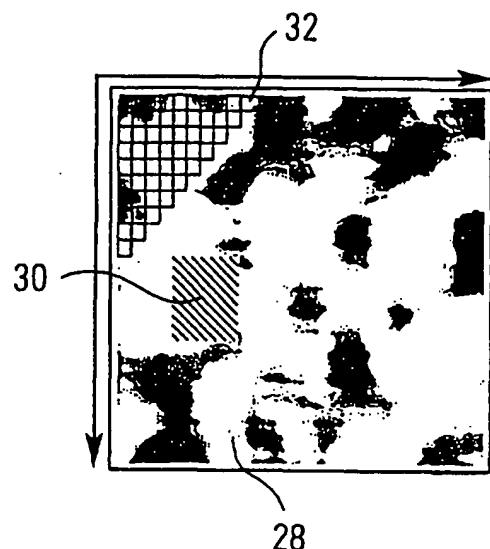
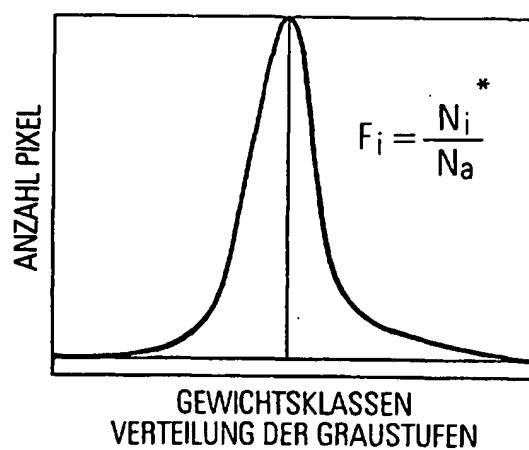


FIG.5



F_i : FORMATIONINDEX
 N_i : ANZAHL PIXEL ODER "CLUSTER" IN DER AM HÄUFIGSTEN VORKOMMENDEN KLASSE
 N_a : ANZAHL DER GEFUNDENEN KLASSEN

FIG.6